



APPEL À PROJETS RECHERCHE

REGION DES PAYS DE LA LOIRE

**RP3AP**

**Retarder la Perte d'Autonomie liée à l'Age par l'Activité Physique**

**Rapport rédigé par Christophe CORNU & Thibault DESCHAMPS  
(co-coordonateurs du projet)**



**Laboratoire « *Motricité, Interactions, Performance* » (E.A. 4334)**

**UFR STAPS, 25 bis boulevard Guy Mollet  
44300 Nantes**



**Rapport final**  
10 décembre 2015

## 1. Identification du projet

|  |   |
|--|---|
| Acronyme du projet                                 | <b>RP3AP</b>  |
| Titre du projet                                    | <b>R</b> etarder la <b>P</b> erte d' <b>A</b> utonomie liée à l' <b>A</b> ge par l' <b>A</b> ctivité <b>P</b> hysique |
| Coordinateur du projet (société/organisme)         | Laboratoire « <i>Motricité, Interactions, Performance</i> » (E.A. 4334), Université de Nantes                         |
| Période du projet<br>(date de début – date de fin) | Juin 2011 – Déc. 2015   |
| Site web du projet, le cas échéant                 |   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Rédacteur de ce rapport |  |
| Civilité, prénom, nom   | Christophe CORNU / Thibault DESCHAMPS  |
| Téléphone               | 02.51.83.72.22 / 20.51.83.72.14  |
| Adresse électronique    | <a href="mailto:Christophe.Cornu@univ-nantes.fr">Christophe.Cornu@univ-nantes.fr</a><br><a href="mailto:thibault.deschamps@univ-nantes.fr">thibault.deschamps@univ-nantes.fr</a> |
| Date de rédaction       | Novembre 2015  |

|   |   |
|---|---|
| Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratoire « <i>Motricité, Interactions, Performance</i> » (EA 4334) (Université de Nantes ; Université du Maine) (Pr. C. Cornu)</li> <li>▪ Pôle Hospitalo-universitaire de Gériatrie - Clinique du CHU de Nantes (PU-PH G. Berrut)</li> <li>▪ Laboratoire de Psychologie des Pays de la Loire (LPPL) - UPRES EA 4638 (Université Nantes – Angers) (Pr. O. Beauchet)</li> </ul> |
|---|---|

## 2. Résumé grand public (1 page max)

Touchée par le phénomène inéluctable du vieillissement de la population, la région des Pays de la Loire inscrit cet enjeu générationnel comme un des socles majeurs au développement équilibré et durable de son territoire. Associé au déclin important lié à l'âge, environ 64 000 âgées habitants des Pays de la Loire ont besoin d'une aide pour effectuer les gestes essentiels de la vie quotidienne en 2015, soit 10 000 de plus qu'en 2006.

Dans ce contexte, le projet de recherche-action proposé s'est structuré autour de nombreux partenaires académiques de la région Pays de la Loire (laboratoires Nantais, Angevin et Manceau, en lien avec le Pôle Hospitalo-universitaire de Gériatrie de Nantes, et la Division de médecine gériatrique du CHU d'Angers) avait pour ambition de mieux caractériser les mécanismes sous-jacents à l'altération des capacités neuromusculaires, sensori-motrices, cognitives et psychologiques au cours de l'âge. Ces nouvelles connaissances visaient à mieux annoncer, préparer et retarder la perte d'autonomie et l'entrée dans la dépendance psychomotrice et socio-économique des personnes âgées. Cette logique prédictive se fondait également sur l'étude de l'impact d'interventions spécifiques via les propriétés restauratrices et préventives d'activités physiques spécifiquement adaptées aux populations vieillissantes.

Au regard des données de l'Organisation mondiale de la Santé (2007), la probabilité de chuter augmente avec l'âge, non sans conséquences lorsque survient cette chute : *au niveau médical*, puisque elle est source majeure de morbidité et de mortalité ; *au niveau psychologique*, puisque si aucune blessure sérieuse n'est constatée à la suite d'une chute, la peur de chuter résultante peut être source de mobilisation à domicile ou d'institutionnalisation ; et *au niveau social*, puisque 40 % des patients hospitalisés pour chute quittent définitivement leur domicile, orientés vers une institution dans les mois qui suivent, avec tout ce que cela implique sur le plan individuel, familial et de la collectivité. Aussi chercher à lutter ou à retarder la survenue de ces chutes – et tout particulièrement celle de la toute première chute – par l'identification d'indicateurs annonciateurs de ce risque chute, constitue un enjeu majeur de santé publique. Centrale à ce projet de recherche, cette logique prédictive du risque de chute chez la personne âgée en bonne santé ou présentant une pathologie (e.g. démence) reposait essentiellement sur l'analyse de leurs caractéristiques posturo-locomotrices.

Aussi l'analyse de la marche pouvait-elle nous permettre de dégager des marqueurs spécifiques prédictifs du risque de survenue de la première chute ? Tel était l'objectif de nos premières analyses. 259 personnes âgées de 66 à 75 ans, vivants à domicile, et n'ayant jamais préalablement chuté, ont réalisé quatre tests de 40 mètres de marche à vitesse préférentielle. Un capteur accéléromètre enregistrait 22 variables synthétisant le comportement locomoteur. Les sujets étaient ensuite suivis pendant deux ans, avec un recueil de la survenue (ou pas) de la toute première chute (72 chuteurs recensés). Les résultats ont mis en évidence que les sujets caractérisés par une marche ralentie présentaient un risque élevé de chute dans les six premiers mois suivant l'examen initial. Une irrégularité dans les foulées d'une marche normale constitue un signe avant-coureur du risque de chute à moyen terme (entre 6 et 12 mois après l'examen). Aussi nous avons suggéré qu'à partir de 65 ans, la réalisation d'un test de marche standardisé, au moins une fois par an, pouvait constituer une stratégie efficace de prévention de la toute première chute (Mignardot et al, 2014a ; Deschamps et al, soumis).

Dans une seconde série de travaux, nous nous sommes focalisés sur l'impact du déclin cognitif sur la fonction motrice de la personne âgée, et le risque de chute associé. Le premier travail réalisé visait à explorer l'impact du déclin cognitif sur les stratégies de contrôle de l'équilibre chez la personne âgée, en bonne santé, présentant des déficits cognitifs légers (MCI) ou des symptômes de démence (MMAD). Dans ce cadre, l'hypothèse soutenue était que le déclin cognitif affecte ce contrôle postural, caractérisé par des limites bornées plus élevées de la vitesse des oscillations posturales. Intégrées dans une étude transversale, 175 personnes âgées « *non-chuteuses* » ont été recrutées au CHU d'Angers, avec 50 sujets en bonne santé [CHI], 64 MCI et 61 MMAD. Il était demandé à ces participants de se tenir debout en équilibre sur une plateforme de force, les yeux ouverts ou les yeux fermés. Les variables posturales liées à la vitesse sont apparues d'un intérêt clinique majeur, tant pour l'identification d'une nouvelle signature d'un dysfonctionnement cognitif précoce, que pour le diagnostic les personnes âgées au risque accru de chute (Deschamps et al, 2014). Aussi notre second objectif était de confirmer ce lien entre les variables posturales liées à la vitesse, le statut cognitif, et l'*historique de chute* chez 611 participants âgés avec ou sans troubles cognitifs. Les résultats statistiques ont clairement montré que les plus hautes valeurs qui bornent la vitesse des oscillations posturales étaient associées avec le *niveau d'altérations cognitives* (i.e., plus faibles limites chez les CHI et les MCI en comparaison aux patients déments MMAD), et avec le *risque de chute* (i.e., plus hautes limites chez les chuteurs).

Ces travaux ont permis l'identification d'une signature motrice significative des altérations du contrôle postural associées aux troubles cognitifs, en particulier chez les patients âgés déments (i.e. forte association entre troubles cognitifs et performance posturale dégradée), et pointent l'importance clinique de l'évaluation de l'équilibre postural pour la prévention des chutes des patients âgés atteints d'Alzheimer (Mignardot et al, 2014b). Ces résultats démontrent toute l'importance clinique de l'évaluation des dysfonctionnements cognitivo-moteurs et la prévention des chutes chez les personnes âgées, afin de planifier des programmes d'interventions préventives spécifiques (activité physique adaptée, électro-stimulation musculaire localisée, e.g. Mignardot et al, 2015), et prolonger autant que possible l'autonomie des personnes âgées.

Nota bene : Ce projet de recherche a fait l'objet de neuf articles scientifiques acceptés dans des revues internationales (+ deux en cours d'expertise), de cinq communications publiées avec comité de lecture, de 13 communications orales / affichées dans des congrès internationaux (Séoul, Genève, Rome, Amsterdam, Atlanta), et de trois journées scientifiques d'étude (Le Mans, Nantes).

### 3. Rappel succinct du contexte et des objectifs du projet (1 page max)

Touchée par le phénomène inéluctable du vieillissement de la population, la région des Pays de la Loire inscrit cet enjeu générationnel comme un des socles majeurs au développement équilibré et durable de son territoire. Associé au déclin important lié à l'âge, environ 64 000 âgées habitants des Pays de la Loire ont besoin d'une aide pour effectuer les gestes essentiels de la vie quotidienne en 2015, soit 10 000 de plus qu'en 2006.

Dans ce contexte, le projet de recherche-action proposé s'est structuré autour de nombreux partenaires académiques de la région Pays de la Loire (laboratoires Nantais, Angevin et Manceau, en lien avec le Pôle Hospitalo-universitaire de Gériatrie de Nantes, et la Division de médecine gériatrique du CHU d'Angers), et avait pour ambition de mieux caractériser les mécanismes sous-jacents à l'altération des capacités neuromusculaires, sensori-motrices, cognitives et psychologiques au cours de l'âge. Ces nouvelles connaissances visaient à mieux prédire, préparer et retarder la perte d'autonomie et l'entrée dans la dépendance psychomotrice et socio-économique des personnes âgées. Cette logique prédictive se fondait également sur l'étude de l'impact d'interventions spécifiques via les propriétés restauratrices et préventives d'activités physiques spécifiquement adaptées aux populations vieillissantes.

L'originalité de ce projet résidait en une approche inter-disciplinaire visant à isoler des indices prédictifs fiables permettant (1) *de mieux caractériser le processus général de vieillissement normal et/ou pathologique en proposant une analyse concomitante des différents niveaux enchâssés d'organisation qui le sous-tendent (i.e., les dimensions sociales, affectives, cognitives, motrices et neuromusculaires)*, et (2) *de proposer des solutions adaptées à la nature précise de ces évolutions multifactorielles basée sur la validation scientifique des tests simples, accessibles et novateurs, caractéristiques de capacités fonctionnelles altérées*. Cette validation devait permettre de proposer des solutions adaptées (i.e. activité physique, sollicitations localisées) visant la protection et le ralentissement de la diminution progressive de performance liée au vieillissement. En résumé, il s'agissait de mieux caractériser l'effet du vieillissement sur le système neuro-musculo-squelettique et sur les adaptations comportementales. Cette démarche constituait un préalable nécessaire à la détection précoce des premiers signes d'un déclin lié au vieillissement (et surseoir *in fine* la dépendance des personnes âgées).

Enfin, il s'agissait aussi de créer une dynamique collective et ambitieuse à travers la création d'un consortium régionale fédérateur de laboratoires de recherche dont les compétences dans les domaines de la physiologie/biomécanique musculaire et de la psychologie sont reconnues et (ii) des associations dont les connaissances ou les actions en matière de santé et de bien être des personnes âgées constituaient également une valeur ajoutée à ce projet. L'objectif d'une structuration d'un programme de recherche-action en région (mutualisation des outils, des connaissances etc.) centrée sur l'étude de l'autonomie et la longévité des personnes âgées était clairement affiché.

### 4. Bilan de la mise en œuvre du projet : dates clés, gouvernance et animation, implication des partenaires, acquisition d'équipements lourds, éventuels décalages avec le projet initial... (2 pages)

#### Gouvernance et animation

Le projet a été coordonné par Christophe Cornu et Thibault Deschamps. Ce comité de pilotage constitué des deux coordonnateurs a régulièrement mobilisé pendant la durée du projet un comité de coordination qui associait les responsables des études intégrées au projet. Les partenaires principaux ont tous été mobilisés comme prévu jusqu'au terme de la réalisation des projets auxquels ils étaient associés. A ce jour, le projet a été mis en œuvre dans son intégralité.

Trois séminaires ou journée d'études, regroupant au-delà du consortium les personnes intéressées par la thématique du projet ont été organisés pendant la durée du projet.

Les travaux développés dans le cadre de ce programme ont par ailleurs fait l'objet de neuf publications dans des revues internationales à comité de lecture (plus deux en cours d'expertise) et de 16 communications orales ou affichées dans des congrès nationaux et internationaux.

Date Clés

| Etapes du projet relatives au financement obtenu  | Etapes supplémentaires non prévues initialement   | Dates effectives  |
|---|---|---|
| <p><b>Axe 1. Analyse de variables prédictives du déclin de performance lié au vieillissement : exploitation et valorisation</b></p>                       |   | <p>Recrutement du post-doctorant - Septembre 2012 (1 an)</p> <p>Traitement et valorisation de la base de données GAIT (CHU d'Angers). <b>Oct. 2012-Juin 2013</b></p> <p>Traitement et valorisation de la base de données PREPA (CHU de Nantes, Angers, Laval &amp; Tours). <b>Janv. 2013-Sept. 2013</b></p>   |
| <p><b>Axe 2. Caractérisation de l'évolution du processus général de vieillissement : regards croisés et dynamiques multidimensionnelles</b></p>           | Recrutement doctorant – Le Mans (Allocation MESR) | <p>Etudes méthodologiques sur les tests fonctionnels cliniques</p> <p>Estimation du risque de chute – Protocole expérimentaux, valorisation des données. <b>Janv. 2011-Sept. 2015</b></p>   |
| <p><b>Axe 3. Effets protecteurs et freinateurs de l'activité physique sur le vieillissement : vers des recommandations novatrices et sécurisantes</b></p> |   | <p>Etude de l'effet de la stimulation musculaire comme moyen de récupération de la force musculaire / équilibre postural – Valorisation des données. <b>Sept. 2013-Oct. 2015</b></p> <p>Etude de l'effet de l'exercice physique combiné à un support diététique sur les performances physiques de personnes âgées- Protocole expérimental, valorisation des données <b>Janv. 2013-Sept. 2015</b></p> <p>Initiation de travaux relatifs à la mobilisation de vibrations tendineuses pour ralentir les effets du vieillissement. Etudes préliminaires – <b>Sept. 2014-Juin 2015</b></p> |

Tableau 1 : récapitulatif des équipements lourds acquis dans le cadre du projet.

| Nature de l'équipement lourd              | Propriétaire / Emplacement | « Label » éventuel | Coût global | Conditions d'accès |
|---|----------------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| SYSTEME EMG MEGA ELECTRONICS              | Laboratoire MIP            |                    | 16 491.4 €  |                    |
| PLATE FORME DE MESURE PORTABLE + LOGICIEL | Laboratoire MIP            |                    | 27 109,25 € |                    |
| SYSTEME D'ANALYSE MOUVEMENT HUMAIN        | Laboratoire MIP            |                    | 8 499,99 €  |                    |

5. Bilan financier et humain : dépenses réalisées, recrutements (cf. tableaux), cofinancements obtenus

Au cours de la mise en œuvre de ce projet, une subvention de 4000€ a été demandée et obtenue en septembre 2013 auprès de l'IRESP (Institut de Recherche en Santé Publique) dans le cadre de son programme Handicap et Perte d'Autonomie. Cette subvention avait pour destination spécifique l'aide à la publication et aux déplacements en colloque.

Tableau 2 : récapitulatif des dépenses réalisées, par partenaire, dans le cadre du projet.

| Laboratoire                                   | Etablissement        | Subvention prévue (INV.) | Subvention réalisée (INV.) | Subvention prévue (FONCT.) | Subvention réalisée (FONCT.) |
|---|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Motricité Interactions, Performance (EA 4334) | Université de Nantes | 60 000 €                 | 59 999.30 €                | 72 600 €                   | 70 989.20 euros              |

Tableau 3 : récapitulatif des recrutements réalisés dans le cadre du projet \*.

| Type de support       | Nom du bénéficiaire     | Date démarrage | Durée   | Labo accueil 1   | Devenir professionnel   |
|-----------------------|-------------------------|----------------|---------|--|---|
| <b>Post-doctorant</b> | Jean-Baptiste MIGNARDOT | 24 sept. 2012  | 12 mois | Laboratoire « <i>Motricité, Interactions, Performance</i> » (E.A 4334) | Post-doctorant depuis octobre 2013 au Centre for Neuroprosthetics and Brain Mind Institute à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse), au sein du laboratoire UPCOURTINE |

\* Obtention en marge de ce projet RP3AP d'une allocation de thèse du ministère de l'enseignement supérieur de la recherche pour le laboratoire « *Motricité, Interactions, Performance* » (Université du Maine) (publications associées : [A3](#), [A6](#))

6. Résultats scientifiques obtenus dans le projet (au moins 2 pages) – mettre en annexe les articles publiés (ou soumis)

Les chutes chez la personne âgée est à l'origine de sévères désagréments physiques, psychologiques et d'une perte d'autonomie. Aussi chercher à lutter ou à retarder la survenue de ces chutes – et tout particulièrement celle de la toute première chute – par l'identification d'indicateurs précoces et le développement de solutions préventives, constitue un enjeu majeur de santé publique. Enjeu central de ce projet de recherche, cette logique prédictive du risque de chute chez la personne âgée en bonne santé ou présentant une pathologie (e.g. démence) reposait essentiellement sur l'analyse de caractéristiques posturo-locomotrices constitutives de deux bases de données :

- (1) **Base PREPA** « *Facteurs prédictifs du risque de première chute chez les personnes âgées* » (étude prospective observationnelle multicentrique) ([A1](#), [A9](#), [C1](#), [C2](#), [O1](#), [O4](#), [O5](#), [N1](#), [N2](#), [N3](#))
- (2) **Base Gait** « *Gait and Alzheimer Interactions Tracking* » (étude transversale observationnelle) ([A7](#), [A8](#), [C3](#), [C4](#), [O7](#), [O8](#))

Au regard des données de l'Organisation mondiale de la Santé (2007), la probabilité de chuter augmente avec l'âge, non sans conséquences lorsque survient cette chute : *au niveau médical*, puisque elle est source majeure de morbidité et de mortalité ; *au niveau psychologique*, puisque si aucune blessure sérieuse n'est constatée à la suite d'une chute, la peur de chuter résultante peut être source de mobilisation à domicile ou d'institutionnalisation ; et *au niveau social*, puisque 40 % des patients hospitalisés pour chute quittent définitivement leur domicile, orientés vers une institution dans les mois qui suivent, avec tout ce que cela implique sur le plan individuel, familial et de la collectivité. Aussi l'idée d'un suivi prospectif d'une cohorte « PREPA » de personnes âgées (65-75 ans) était se placer bien en amont de ces conséquences, d'interpeller la problématique du risque de chute de façon très originale par rapport à l'état de l'art, **celle du risque de la toute première chute**.

Résumé des principaux travaux

[\(A10\)](#) Mignardot et al. (2014). *Frontiers in Aging Neuroscience*

D'après une récente étude princeps publiée dans *The Lancet* (Robinovitch et al., 2013), la marche représente la circonstance la plus fréquente de survenue des chutes chez la personne âgée. Ainsi, l'analyse des patrons de la marche pouvait-elle permettre de dégager des marqueurs spécifiques prédictifs du risque de survenue de la première chute ? Tel était le premier objectif de cette première analyse.

De très nombreuses caractéristiques cliniques de base (e.g. genre, indice de masse grasse, capacités cognitives, prise de médicaments...) ont été évaluées chez 259 personnes âgées de 66 à 75 ans, vivants à domicile, et n'ayant jamais préalablement chuté. Ces mêmes sujets ont réalisé quatre tests de 40 mètres de marche à vitesse préférentielle. Un capteur accéléromètre (validé pour ce type d'étude) enregistrait au cours de ces 1036 essais 22 variables synthétisant le comportement locomoteur. Les sujets ont ensuite été suivis prospectivement pendant deux ans, avec un recueil de la survenue (ou pas) de la toute première chute. Au total, 72 chuteurs ont été recensés.

Une analyse en composantes principales nous a permise d'extraire trois clusters indépendants de variables, représentatifs de 60% de la variance totale. L'échantillon total a ensuite été stratifié en quatre sous-groupes, définis en fonction de la date de survenue de la première chute au cours du suivi : chute de +0 à +6 mois ( $F_{0-6M}$ ), chute entre +6 et +12 mois ( $F_{6-12M}$ ), chute entre +12 et +24 mois ( $F_{12-24M}$ ), et le groupe de non-chuteurs (NF). Les analyses de la variance réalisées sur chacune des 3 composantes principales (CP) ont révélé que la CP1 (i.e. vitesse, puissance mécanique et coût métabolique de la marche) discriminait essentiellement le groupe  $F_{0-6M}$  par rapport au reste de l'échantillon. Le groupe  $F_{6-12M}$  était essentiellement discriminé sur la CP2 (i.e. régularité des foulées de marche). Le groupe  $F_{12-24M}$  ne différait sur aucune des CP par rapport aux 3 autres groupes ( $p > 0.05$ ). Enfin, l'association prédictive de ces trois CP significatives à un risque accru de (première) chute a été testée des analyses de l'aire sous la courbe (ROC-UAC). Aussi la sensibilité du modèle résultant (i.e. la capacité du modèle à prédire les chuteurs véritablement chuteurs) et sa spécificité (i.e. la prédiction des erronés, des faux chuteurs), marqueurs de la qualité et de la justesse prédictive du modèle, affichaient des résultats significatifs. En résumé, notre modèle permettait de distinguer les chuteurs des non-chuteurs avec une justesse à hauteur de 70%.

### Ce qu'il faut retenir

Les sujets caractérisés par une hypokinésie de la marche par rapport à des valeurs normatives présentent un risque élevé de chute dans les six premiers mois suivant l'examen initial. Une irrégularité dans les foulées sans hypokinésie constitue un signe avant-coureur du risque de chute à moyen terme (entre 6 et 12 mois après l'examen).

A partir de 65 ans, l'analyse de la marche du sujet âgé semble un outil particulièrement robuste pour caractériser le comportement locomoteur de futurs chuteurs et estimer le moment de survenue de la première chute à court (0 à 6 mois) et moyen terme (6 à 12 mois). Aussi nous avons suggéré que la réalisation d'un test de marche standardisé, au moins une fois par an, pouvait constituer une stratégie efficace de prévention de la toute première chute.

### (A1) Deschamps et al. (soumis). *Journal of the American Geriatrics Society*

Soutenu par la consistance statistique de ces premiers résultats, un intérêt supposé à l'application d'un modèle en routine clinique pour l'estimation de la probabilité de la survenue de la première chute a été envisagé. Même si l'association entre de nombreuses caractéristiques cliniques et le risque de chute chez la personne âgée a été largement démontrée, un modèle prédictif de la chute, facile d'utilisation clinique, restait à construire.

426 personnes âgées qui n'avaient jamais préalablement chuté ont été évaluées à  $t_0$  pour un recueil de 73 variables comprenant des mesures médicales, orthopédiques, neurologiques, cognitives et physiques. Tout événement de chute a été enregistré lors d'un suivi prospectif sur 12 mois ( $N_{\text{chuteurs}} = 82$ ). D'une façon très originale, nous avons utilisé une procédure d'apprentissage statistique dite « *arbre de décision* », pour construire le premier modèle prédictif du risque de la première chute chez les personnes âgées (Figure 1). L'originalité et la force de nos analyses résident 1/ dans un modèle de prédiction facile d'utilisation, avec l'idée de "follow the guide" pour tous les professionnels intéressés par son utilisation, et 2/ la construction de ce modèle avec un sous-ensemble de data (training set), confirmé avec un autre sous-ensemble de data (test set), avec une haute qualité prédictive des chuteurs (82%).

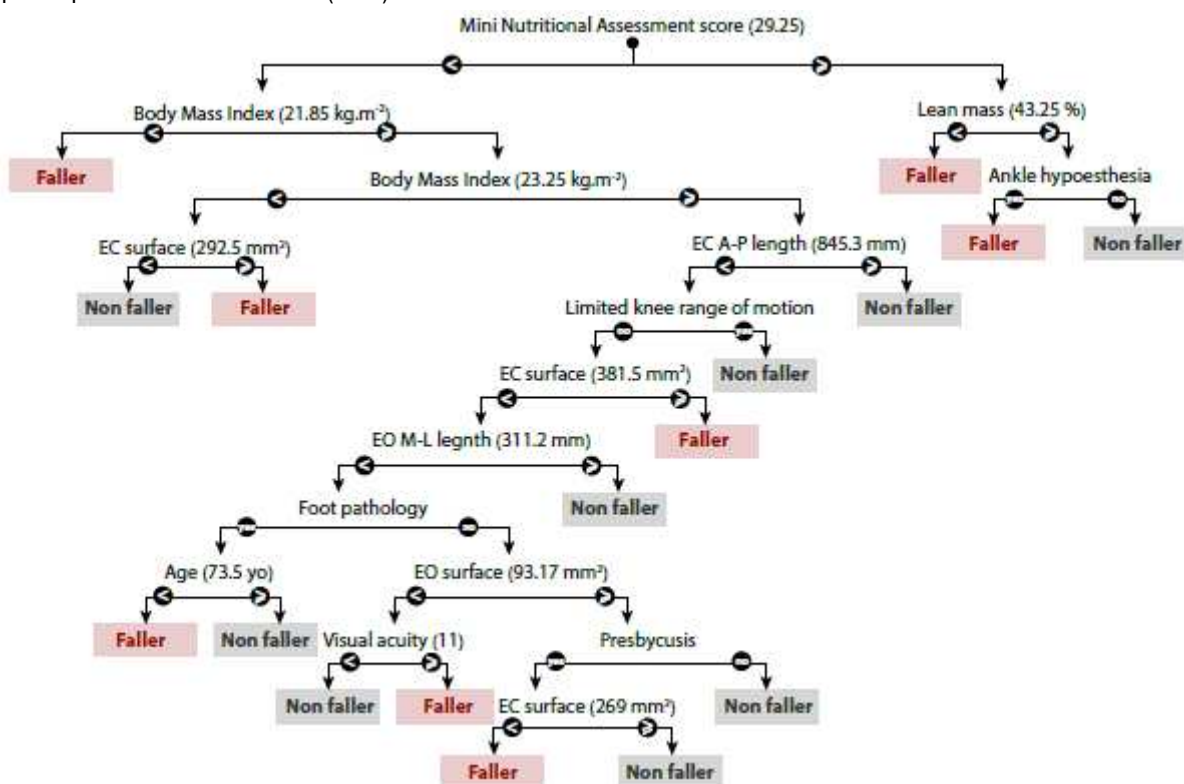


Figure 1 : Architecture de « l'arbre de décision », qui dessine objectivement les règles de décision « Si – Alors » du premier modèle prédictif du risque de la première chute chez les personnes âgées.

### Ce qu'il faut retenir

Cette très haute précision de classification des chuteurs, validée sur un sous-ensemble indépendant de la cohorte, a permis la construction d'un arbre de décision composé de très peu de variables : nutrition (×3), contrôle postural (×3), déficiences orthopédiques (×3) ou sensorielles (×2). Aussi ces analyses offrent un outil qui pourrait facilement aider la communauté gériatrique à affiner l'évaluation du risque de la première chute chez la personne âgée, et de prioriser ainsi les stratégies de prévention des chutes.

Dans une seconde série de travaux menés en collaboration avec la division de médecine gériatrique du CHU d'Angers, nous nous sommes focalisés sur ***l'impact du déclin cognitif sur la fonction motrice de la personne âgée, et le risque de chute associé***. En effet, une plus forte prévalence à la chute a été observée chez les personnes âgées aux fonctions cognitives altérées, allant d'un déficit cognitif léger (statut dit MCI<sup>1</sup>) à la démence (i.e. maladie d'Alzheimer). Dans ce contexte, des modifications des patrons de marche ont été associées aux déficits cognitifs, suggérant l'existence d'une signature motrice typique d'une locomotion à risque chez les MCI ou les patients légèrement ou moyennement déments (MMAD<sup>2</sup>). De même, un contrôle postural déficient a souvent été rapporté dans la littérature chez ces mêmes patients. Aussi l'ensemble de ces données nous laissait à penser que l'identification des stratégies implicites de contrôle postural constituait une caractéristique clinique de dysfonctionnement cognitif précoce, et potentiellement pertinent pour discriminer les personnes à risque de chute ou pas.

### (A9) Deschamps et al. (2014), Gait & Posture

Le premier travail réalisé visait à explorer l'impact du déclin cognitif sur les stratégies de contrôle postural statique chez les personnes âgées, en bonne santé, présentant des déficits cognitifs légers (MCI) ou des symptômes de démence (MMAD). En effet, le contrôle postural a longtemps été considéré comme basé sur un contrôle de la position : la station debout est préservée en engageant des processus de contrôle lorsque la position excède un certain seuil, de manière à maintenir la projection du centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation. Aussi nous nous sommes basés sur l'hypothèse, selon laquelle le contrôle postural pourrait être basé sur un contrôle de la vitesse, plutôt que de la position. Cette hypothèse suggère que les oscillations posturales ne sont contrôlées que lorsqu'un certain seuil de vitesse du déplacement du centre de pression (COP) est dépassé. Les séries de vitesse apparaissent ainsi bornées par deux limites inférieures et supérieures, reflétant ce contrôle intermittent. De ce point de vue, les limites qui bornent la dynamique de la vitesse semblaient pouvoir fournir des variables particulièrement pertinentes pour rendre compte du contrôle postural. Dans ce cadre, l'hypothèse soutenue était que le déclin cognitif affecte ce contrôle (intermittent) postural, caractérisé par des limites bornées plus élevées de la vitesse du COP.

Intégrées dans une étude transversale, 175 personnes âgées « non-chuteuses » ont été recrutées au CHU d'Angers, avec 50 sujets en bonne santé [CHI<sup>3</sup>] (âge moyen  $76.4 \pm 4.8$  ans; 30% de femmes), 64 MCI (âge moyen  $77.5 \pm 6.3$  ans; 39% de femmes) et 61 MMAD (âge moyen  $78.44 \pm 3.97$  ans; 62% de femmes). Ces trois groupes étaient équivalents en âge et en indice de masse corporelle. Pour le recueil des données relatives au déséquilibre postural, il était demandé aux participants de se tenir debout sur une plateforme de force<sup>4</sup> lors de deux essais de 51.2 secondes, les yeux ouverts ou les yeux fermés. Les variables dépendantes retenues ont été la moyenne et l'écart-type de la position et de la vitesse de déplacement, ainsi que la moyenne des extrema absolus de vitesse (AAMV<sup>5</sup>). La détermination de ce paramètre AAMV se calcule facilement à partir des séries temporelles de la vitesse, en repérant les minima et le maxima de la série au sein de fenêtres distinctes de 2 secondes. Les valeurs absolues de ces extrema sont ensuite moyennées. Cette AAMV est supposée représenter une estimation empirique des limites qui bornent la vitesse du COP.

Les analyses statistiques ont systématiquement révélé un effet du facteur principal « Statut cognitif » sur les variables liées à la vitesse du COP, avec une augmentation significative de la variabilité de la vitesse et des

<sup>1</sup> Mild Cognitive Impairments

<sup>2</sup> Mild-to-Moderate Alzheimer Disease

<sup>3</sup> Cognitively Healthy Individuals

<sup>4</sup> Outil facile d'utilisation, permettant l'enregistrement de la trajectoire du COP

<sup>5</sup> Average Absolute Maximal Velocity.

AAMV, en fonction du niveau des altérations cognitives des participants. Ces résultats mettaient en évidence un contrôle actif et efficace (ou un processus de correction) de la vitesse du COP pour les CHI, contrairement aux stratégies implicites de contrôle des déplacements du COP observées chez les participants MCI ou MMAD.

### Ce qu'il faut retenir

Les variables posturales liées à la vitesse, et tout spécifiquement celles qui bornent les limites de vitesse (AAMV) apparaissaient d'un intérêt clinique majeur, tant pour l'identification d'une nouvelle signature d'un dysfonctionnement cognitif précoce, que pour le diagnostic les personnes âgées au risque accru de chute. Tels étaient nos futurs objectifs de travail.

### (A8) Mignardot et al (2014), Journal of Alzheimer's Disease

Au regard de la littérature, les altérations du contrôle postural liées au déclin cognitif sont assez classiquement associées à une augmentation du risque de chute chez la personne âgée. Aussi mieux comprendre cette association ne serait pas sans conséquence positive sur les stratégies de prévention des chutes. Aussi notre objectif était d'examiner le lien entre les variables posturales liées à la vitesse<sup>6</sup>, le statut cognitif, et l'historique de chute chez des participants âgés en bonne santé [CHI], des patients MCI et MMAD.

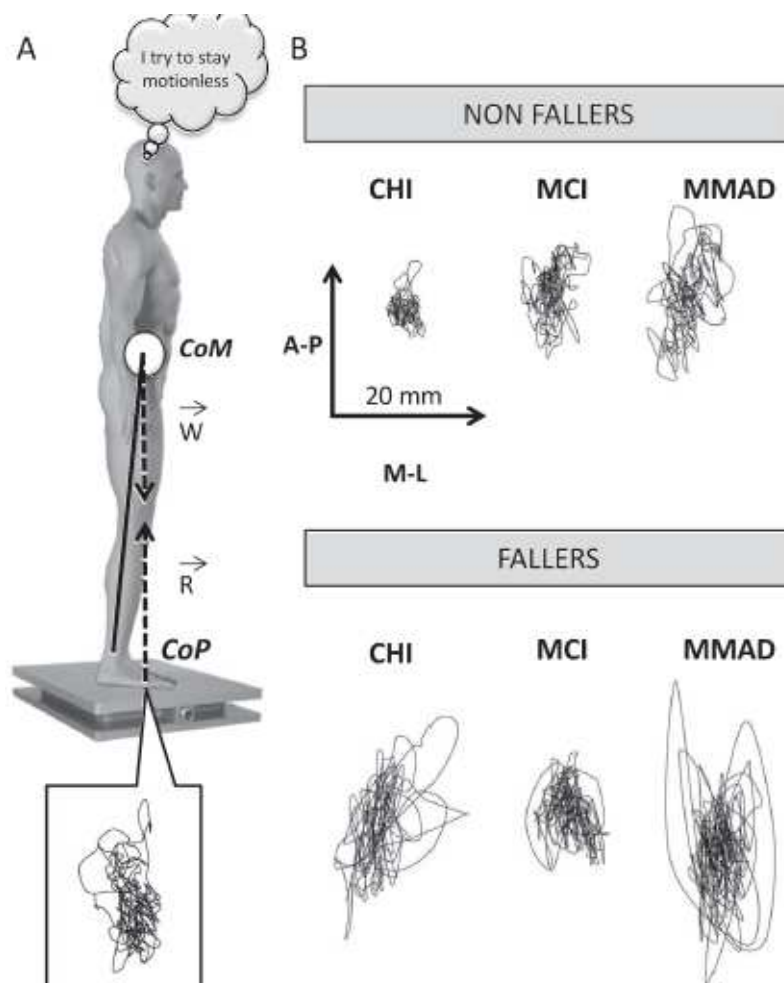
Six cent onze personnes âgées (âge moyen  $77.2 \pm 7.9$  ans; 51.8% d'hommes) ont été répartis entre trois catégories : CHI, MCI et MMAD (voir Table 1). En calculant la moyenne des extrema absolus de vitesse (AAMV), les limites bornées de la vitesse du COP ont été déterminées lorsqu'il était demandé aux participants de se tenir debout sur une plateforme de force lors de deux essais de 51.2 secondes, les yeux ouverts ou les yeux fermés (Figure 2). L'âge, le genre, le niveau d'éducation, l'indice de masse corporelle, la prise ou non de médicaments psychoactifs, le nombre de médicaments par jour, le niveau maximal de force manuelle, et le temps au Timed Up & Go ont été intégrés à l'analyse statistique en tant que covariants, à savoir une analyse de covariance multivariée (avec les deux AAMV yeux ouverts vs. fermés dans l'axe antéropostérieur, comme variables dépendantes ; cf. Deschamps et al., 2014 – A9).

**Table 1** : Caractéristiques de base des participants en fonction de leur statut cognitive ( $n = 611$ )

|   | Total  | CHI ( $n = 228$ )   | MCI ( $n = 140$ )   | MMAD ( $n = 243$ )  |
|---|--|---|---|---|
| Age (years), mean $\pm$ SD <sup>a(1, 2, 3)</sup>                            | 77.2 $\pm$ 7.9   | 72.5 $\pm$ 6.1  | 74.7 $\pm$ 7.3  | 83 $\pm$ 5.8  |
| Female gender, n (%) <sup>a(2, 3)</sup>                                     | 290 (47.5)   | 92 (40.3)   | 48 (34.3)   | 150 (61.7)  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ), mean $\pm$ SD                                     | 26.3 $\pm$ 4.1   | 26 $\pm$ 3.4  | 26.4 $\pm$ 4.7  | 30.7 $\pm$ 9.9  |
| Education level* (/4), n (%) <sup>a(1, 2, 3)</sup>                          | 1 = 33 (5.4);<br>2 = 307 (50.2);<br>3 = 172 (28.1);<br>4 = 64 (16.2) | 1 = 1 (2.3);<br>2 = 77 (33.8);<br>3 = 86 (37.7);<br>4 = 64 (28.1) | 1 = 4 (2.8);<br>2 = 75 (53.6);<br>3 = 42 (30);<br>4 = 19 (13.6) | 1 = 28 (11.5);<br>2 = 155 (63.8);<br>3 = 44 (18.1);<br>4 = 16 (6.6) |
| Use of psychoactive drugs (yes), n (%) <sup>a(2, 3)</sup>                   | 82 (13.4)  | 12 (5.3)  | 12 (8.6)  | 58 (23.9)   |
| Medications (total number/day), mean $\pm$ SD <sup>a(2, 3)</sup>            | 4.2 (3.2)  | 3.1 (2.7)   | 3.6 (3.1)   | 5.6 (3.1)   |
| Maximal Handgrip Strength (kg), mean $\pm$ SD <sup>a(2, 3)</sup>            | 26.1 $\pm$ 10.3  | 30.7 $\pm$ 9.9  | 29.5 $\pm$ 9.9  | 19.7 $\pm$ 7.6  |
| Timed Up and Go (s), mean $\pm$ SD <sup>a(2, 3)</sup>                       | 13.9 $\pm$ 6.7   | 10.8 $\pm$ 3.8  | 11.9 $\pm$ 4.3  | 17.9 $\pm$ 7.8  |
| MMSE, mean $\pm$ SD <sup>a(1, 2, 3)</sup>                                   | 24.1 $\pm$ 5.2   | 28 $\pm$ 2.3  | 26.1 $\pm$ 2.4  | 19.3 $\pm$ 4.4  |
| FAB, mean $\pm$ SD <sup>a(1, 2, 3)</sup>                                    | 14 $\pm$ 3.6   | 16.5 $\pm$ 1.7  | 14.9 $\pm$ 2.1  | 11.1 $\pm$ 3.5  |
| Eyes open AAMV AP (mm.s <sup>-1</sup> ), mean $\pm$ SD <sup>a(2, 3)</sup>   | 18.8 $\pm$ 9.3   | 15.9 $\pm$ 7.5  | 17.8 $\pm$ 9.3  | 22.2 $\pm$ 9.6  |
| Eyes closed AAMV AP (mm.s <sup>-1</sup> ), mean $\pm$ SD <sup>a(2, 3)</sup> | 22.7 $\pm$ 12.6  | 19.7 $\pm$ 10.3   | 22.1 $\pm$ 14.8   | 26 $\pm$ 12   |
| Falls in previous year, n (%) <sup>a(2, 3)</sup>                            | 230 (37.6)   | 74 (32.4)   | 38 (27.1)   | 118 (48.6)  |

$\chi^2$  or univariate one-way analyses of variance with HSD-Tukey *post-hoc* test were used to compare CHI, MCI, and MMAD groups. CHI, cognitive healthy individual; MCI, mild cognitive impairment; MMAD, mild-to-moderate dementia; BMI, body mass index; MMSE, Mini-Mental State Examination; FAB, Frontal Assessment Battery; AP, anteroposterior direction; AAMV, absolute average maximal velocity. \*Categorical variable in four points: 1/no school; 2/secondary school certificate 3/graduate degree; 4/university degree. <sup>a</sup>Main effect of cognitive status. <sup>1</sup>Significant difference between CHI and MCI groups. <sup>2</sup>Significant difference between CHI and MMAD groups. <sup>3</sup>Significant difference between MCI and MMAD groups.

<sup>6</sup> Pour résumer, des études récentes avaient démontré le rôle clé des variables liées à la vitesse du COP sur le contrôle postural, démontrant que les déséquilibres posturaux ne seraient pas liés au contrôle de la position du COP, mais bien davantage dépendants du contrôle de la vitesse de déplacement du COP. Ce qui serait contrôlé ne serait pas la position ou le déplacement du COP, mais la vitesse à laquelle il se déplace.



**Figure 2** : Exemple de trajectoires du centre de pression (COP) enregistrées par une plateforme de force (A), en fonction du statut cognitive (CHI, MCI, et MMAD) et le risqué de (non-fallers vs. fallers) (B).

Note. CHI, cognitive healthy individual; MCI, mild cognitive impairment; MMAD, mild-to-moderate dementia; AP, anteroposterior axis; ML, medio-lateral axis.

Les résultats statistiques ont clairement montré que les plus hautes AAMVs qui bornent la vitesse du COP étaient associées avec le niveau d'altérations cognitives ( $p = 0.048$ ) (i.e., plus faibles limites chez les CHI et les MCI en comparaison aux patients déments MMAD), et avec le risque de chute ( $p = 0.03$ ) (i.e., plus hautes limites chez les chuteurs) (Table 2).

Identifier les personnes âgées avec ou sans troubles cognitifs, qui sont à risque de chute ou pas, via une évaluation des stratégies implicites de contrôle postural ou de lever de chaise (Chorin *et al.*, 2015, sous presse, A3), serait très utile pour la planification de mesures de prévention des chutes. Par exemple, les stratégies de contrôle postural des patients atteints de démence légère ou modérée pourraient être positivement modifiées par un programme de marche, reconnue comme une intervention sécuritaire d'optimisation du processus de recalibration des entrées sensorielles. Cette proposition a récemment été validée chez des patients atteints d'une dépression sévère (Deschamps *et al.*, 2015).

#### **Ce qu'il faut retenir**

Cette étude a permis l'identification des limites qui bornent la vitesse du COP, en tant que signature significative des altérations du contrôle postural associées aux troubles cognitifs, en particulier chez les patients âgés déments (i.e. forte association entre troubles cognitifs et performance posturale dégradée). Ce résultat est d'importance clinique pour l'évaluation de l'équilibre postural et la prévention des chutes des patients âgés atteints d'Alzheimer, afin de planifier des programmes de prévention sur le long terme.

Table 2

Mean values (standard deviations) for center-of-pressure velocity-based variables (average absolute maximal velocity –AAMV- in eyes open and eyes closed conditions in anteroposterior direction) according to cognitive status (i.e., CHI, MCI, and MMAD) and history of falls in the past year (i.e., fallers versus non-fallers) adjusted on baseline characteristics. F and p values are from multivariate analysis of covariance. Significant results are indicated in bold type (i.e.,  $p < 0.05$ ). CHI, cognitive healthy individual; MCI, mild cognitive impairment; MMAD, mild-to-moderate dementia

| Between-participant variables   | F values     | p-value      | eta <sup>2</sup>  | Eyes open AAMV<br>(mm·s <sup>-1</sup> ) | Eyes closed AAMV<br>(mm·s <sup>-1</sup> ) |
|---------------------------------|--------------|--------------|-------------------|---|---|
| Cognitive status                | <b>2.391</b> | <b>0.048</b> | $p\eta^2 = 0.009$ |   |   |
| CHI                             |              |              |                   | 15.9 (7.5)                              | 19.7 (10.3)                               |
| MCI                             |              |              |                   | 17.8 (9.3)                              | 22.1 (14.8)                               |
| MMAD                            |              |              |                   | 22.2 (9.6)                              | 26 (12)                                   |
| Fall history (yes versus no)    | <b>3.437</b> | <b>0.033</b> | $p\eta^2 = 0.011$ |   |   |
| Non-fallers                     |              |              |                   | 17.9 (8.7)                              | 22.4 (12.6)                               |
| Fallers                         |              |              |                   | 20.3 (10)                               | 23.3 (12.2)                               |
| Cognitive status × fall history | 0.595        | 0.666        | $p\eta^2 = 0.002$ |   |   |
| CHI – Non-fallers               |              |              |                   | 15.5 (6.7)                              | 19.2 (10.3)                               |
| Fallers                         |              |              |                   | 17.6 (8.8)                              | 20.7 (10.4)                               |
| MCI – Non-fallers               |              |              |                   | 17.5 (9.5)                              | 22 (14.5)                                 |
| Fallers                         |              |              |                   | 18.3 (8.9)                              | 22.2 (15.8)                               |
| MMAD – Non-fallers              |              |              |                   | 21.8 (8.7)                              | 26.6 (12.3)                               |
| Fallers                         |              |              |                   | 22.5 (10.6)                             | 25.2 (11.7)                               |
| <b>COVARIATES*</b>              |              |              |                   |   |   |
| Female gender                   | <b>8.817</b> | <b>0.000</b> | $p\eta^2 = 0.029$ |   |   |
| Age                             | <b>5.452</b> | <b>0.005</b> | $p\eta^2 = 0.018$ |   |   |
| Education level                 | 0.34         | 0.712        | $p\eta^2 = 0.001$ |   |   |
| Body mass index                 | <b>5.47</b>  | <b>0.004</b> | $p\eta^2 = 0.018$ |   |   |
| Use of psychoactive drugs       | <b>0.056</b> | <b>0.000</b> | $p\eta^2 = 0.001$ |   |   |
| Medications (total number/day)  | <b>1.03</b>  | <b>0.003</b> | $p\eta^2 = 0.008$ |   |   |
| Maximal handgrip strength       | 0.941        | 0.391        | $p\eta^2 = 0.003$ |   |   |
| Timed Up & Go                   | 1.684        | 0.186        | $p\eta^2 = 0.006$ |   |   |

\*Overall to be a female, advanced in age, with increased body mass index, taking a greater number of medications per day tend to enhance the bounding limits of COP velocity dynamics, indicative of reduced postural control.

Au cœur des travaux menés, notre ambition interdisciplinaire visait à isoler des signatures motrices prédictives fiables caractérisant – pour une part- le processus général de vieillissement normal et/ou pathologique en proposant une analyse concomitante des différents niveaux enchâssés d'organisation qui le sous-tendent (i.e., dimensions sociales, affectives, cognitives, motrices et neuromusculaires) (e.g. Mignardot *et al.*, 2014, [A8](#)). Cette même logique a organisé des études connexes, animées par des pré-requis méthodologiques testés chez des sujets jeunes (Deschamps *et al.*, 2013, [A11](#)) et/ou des sujets âgés (Chorin *et al.*, 2015, [A3](#), [A6](#)), et par l'identification de signatures annonciatrices d'altérations de la fonction motrice de personnes âgées atteintes de pathologies chroniques. Par exemple, nous nous sommes intéressés à des patients âgés atteints d'insuffisance rénale chronique (âge moyen  $70.4 \pm 13.7$  ans), sous hémodialyse, et caractérisés par une fonction motrice dégradée et un nombre de chutes plus important qu'une population âgée en bonne santé. Notre objectif était d'examiner les stratégies de contrôle postural chez ces patients hémodialysés, comme une signature objective de leurs capacités fonctionnelles. Une nouvelle fois, nos résultats ont montré que l'évaluation clinique du contrôle actif de la vitesse du centre de pression (via l'analyse des patrons de résultats statistiques des AAMV) constituait la mesure la plus représentative du niveau d'altérations de la fonction motrice. Cette signature constitue un indice pertinent pour rendre compte de l'effet négatif de la session d'hémodialyse sur le contrôle postural et le risque de chute associé de patients hémodialysés âgés (Magnard *et al.*, 2015, [A5](#)) et utile pour rendre compte des effets d'activités physiques intra-dialytiques adaptées (i.e. pendant la session de dialyse) sur les performances fonctionnelles (gain en autonomie motrice, meilleur contrôle postural et qualité de vie) (Magnard *et al.*, 2014, [A7](#)).

Enfin, l'opportunité nous a été offerte de proposer des solutions adaptées (i.e. programme d'activité physique adaptée, sollicitations localisées) visant la protection et le ralentissement de la diminution progressive de performances fonctionnelles liée au vieillissement normal ou pathologique (e.g. effets d'un exercice intradialytique pendant six mois chez des patients âgés souffrant d'insuffisance rénale chronique sur la locomotion, le contrôle postural et la qualité de vie ; Hristea, Deschamps *et al.*, 2015 en cours d'expertise, [A2](#)). A titre d'exemple significatif, nous nous sommes intéressés à un programme d'entraînement par stimulation musculaire électro-induite (NMES<sup>7</sup>) afin de limiter le déficit de contrôle postural classiquement observé chez les

<sup>7</sup> Neuromuscular Electrical Stimulation.

personnes âgées (Mignardot *et al.*, 2015, [A4](#)). En effet, le vieillissement physiologique se traduit – entre autres – par un affaiblissement progressif des muscles et tendons, perturbant *de facto* l'équilibre postural, non sans conséquence sur le risque de chute (cf. études précédentes).

Neuf femmes âgées dites fragiles, résidant dans un établissement pour soins de longue durée, ont suivi un entraînement de NMES des muscles fléchisseurs plantaires de la jambe pendant quatre semaines (trois sessions par semaine d'une durée de 25 minutes). Les différents paramètres étudiés (force de contraction maximale isométrique ; raideur musculo-tendineuse, limite de stabilité posturale) ont été récoltés avant et après le protocole de NMES, et mis en comparaison avec ceux récoltés chez un groupe de 7 personnes âgées « non entraînées » vivant à domicile, et considérées comme le groupe contrôle. Globalement, les résultats montrent un effet positif du protocole d'électrostimulation musculaire, tant sur la capacité de production de force, sur la transmission de cette force et sur les limites de stabilité posturale. L'optimisation du contrôle postural résultante de ce protocole NMES est significativement associée aux modifications positives des propriétés de la jonction musculo-tendineuse du triceps surae. Aussi la stimulation musculaire électro-induite semble être une solution pertinente pour contrecarrer la faiblesse neuromusculaire liée au processus de vieillissement.

### **Ce qu'il faut retenir**

Ce travail met en lumière l'efficacité d'un protocole d'électro-stimulation musculaire localisée en « soulageant » certaines altérations fonctionnelles liées au vieillissement, de par son impact sur les propriétés musculaires et biomécaniques intrinsèques pour lesquelles toute amélioration présentement observée est immédiatement associée à un gain fonctionnel (plus grande force, contrôle postural optimisé, réduction du risque de chute) (Mignardot *et al.*, 2015, [A4](#)).

### **En résumé**

- Des signatures motrices typiques de la marche ou de l'équilibre postural des personnes âgées en bonne santé ou atteintes de symptômes pathologiques (e.g. démence) ont été clairement identifiées.
- Ces différents indices sont facilement accessibles en milieu clinique, à travers de simples tests de marche, de lever de chaise ou encore d'évaluation de l'équilibre statique les yeux ouverts / fermés.
- Mise en évidence de la pertinence de ces signatures caractéristiques de la fonction motrice (marche, posture) de la personne âgée, potentiellement discriminatives des troubles cognitifs pathologiques et/ou d'un risque accru de chute.
- Ces résultats sont d'importance clinique pour l'évaluation des dysfonctionnements cognitivo-moteurs et la prévention des chutes chez les personnes âgées, afin de planifier des programmes d'interventions préventives spécifiques (activité physique adaptée, électro-stimulation musculaire localisée), et prolonger autant que possible l'autonomie des personnes âgées.

7. Actions de valorisation économique, académique (hors publications) et sociétale menées dans le projet <sup>8</sup> (1 page max)

Les connaissances scientifiques et les résultats obtenus dans le cadre de ce projet ont été diffusés à l'ensemble des acteurs sociétaux en relation avec la santé et le bien-être des personnes âgées, lors de journées ouvertes au public. Il n'était pas envisagé de valorisation économique en tant que telle dans ce projet. Néanmoins, la question du développement de projets collaboratifs laboratoires-entreprises en région a fait l'objet d'une attention particulière, quasi systématique, lors de l'organisation de ces journées d'études tout au long de ce projet (notamment celle du 7 juin 2013, avec la matinée centrée sur les conditions de valorisation socio-économique).

**Trois manifestations ont été organisées, en phase avec le projet, sur la période encourue.**

**11 décembre 2012** : Organisation d'une **Journée d'étude « Autonomie Longévité »**, en partenariat avec le GÉrontopôle des Pays de la Loire et la CCI Nantes St Nazaire, La Cité, le Centre des congrès de Nantes.

*Cette première journée d'étude avait pour objectifs de permettre une réflexion sur le développement de la recherche autour de l'autonomie et de la longévité, et sur l'accompagnement et le soutien de projets collaboratifs interdisciplinaires sur cette thématique afin de dynamiser la recherche en région. Cette journée d'étude, introduite tout à tour par les représentants de l'Université de Nantes, du GÉrontopôle Autonomie Longévité des Pays de la Loire, de la CCI Nantes-St Nazaire et ceux de l'ARS, a permis la mise en lumière des travaux développés par certains partenaires du projet RP3AP, mais également certains travaux d'autres chercheurs en Région. Elle a aussi permis aux participants de bénéficier d'un éclairage « extérieur » sur cette thématique de recherche apporté par des personnalités nationales reconnues dans le domaine, le Pr. Jacques Tréton et Mr Serge Guérin.*

**7 juin 2013** : Organisation du **Colloque « Autonomie et Longévité : Enjeux et perspectives »**, Les Journées Scientifiques de l'Université de Nantes, La Cité, le Centre des congrès de Nantes.

*L'objectif de ce colloque transdisciplinaire était 1/ d'établir un état des lieux des projets de recherche sur la thématique « Longévité / Autonomie » proposés à l'Université de Nantes et en Région, et 2/ de renforcer le partage des connaissances localement réalisées pour inciter des travaux collaboratifs fédérant plusieurs laboratoires ou groupes de chercheurs travaillant sur cette thématique, dans la dynamique initiée par le GÉrontopôle des Pays de la Loire. Notre ambition était aussi de rendre visible, notamment au regard des entreprises nantaises et ligériennes sur ce secteur d'activité, les travaux menés (quel que soit le champ disciplinaire), afin de susciter des projets collaboratifs laboratoires-entreprises. L'objectif visait le renforcement des liens entre les laboratoires, entre les laboratoires et les entreprises pour la mise en valeur de cette thématique émergente en région.*

**15 novembre 2013** : Organisation d'une **Journée Scientifique « Bien vieillir en bougeant »**, Département STAPS, Le Mans.

*Cette journée scientifique avait pour objectif d'aborder la question du « bien vieillir » à travers l'analyse du processus général de vieillissement du système moteur humain et ses différents processus. A cet effet, il s'agissait de réunir chercheurs et professionnels pour un état des lieux de la recherche sur le territoire sarthois, national et international autour de la question du vieillissement, de la perte d'autonomie et du « bien vieillir ». Les conférences et débats ont mêlé des recherches de qualité scientifique de haut niveau (invitation de chercheurs canadiens et chercheurs nationaux) et des interventions de professionnels de la santé. L'interaction entre ces différents acteurs impliqués dans l'environnement socio-économiques du vieillissement aura permis d'alimenter le dialogue, et de diffuser les connaissances scientifiques et les résultats obtenus dans le cadre de programme de recherche à l'ensemble des acteurs sociétaux en relation avec la santé et le bien être des personnes âgées. Parce qu'un tel sujet concerne l'ensemble de la population, cette journée était ouverte à un large public.*

<sup>8</sup> La valorisation est entendue au sens large et peut porter sur différents domaines et sur différentes actions :

- Valorisation académique : organisation de colloques, séminaires, conférences, promotion collective...
- Créations ou évolutions significatives des formations d'enseignement supérieur et notamment les masters et les formations doctorales.
- Valorisation économique : dépôt de brevets, protection de la propriété intellectuelle, activités de transfert et de prestation, recrutement d'un ingénieur de valorisation, création d'entreprise, etc.
- Valorisation sociétale : actions favorisant l'innovation dans les services publics (santé, sport, culture, collectivités locales,...) et les services collectifs développés par les acteurs de l'économie sociale et solidaire, applications cliniques.
- Actions de mise de débat de la science et de diffusion de la culture scientifique technique et industrielle

#### 8. Impact du projet sur la structuration de la recherche en Pays de la Loire : rapprochement de laboratoires, création de structures fédératives... (1 page)

Ce projet a permis d'initier des travaux collaboratifs en région (Nantes, Angers, Le Mans) fédérant des laboratoires de recherches dont les compétences dans les domaines de la physiologie/biomécanique musculaire et de la psychologie sont reconnues, et une association dont les actions en matière de santé et de bien-être des personnes âgées sont également incontestables constituant la valeur ajoutée au projet. De fait, grâce à ce réseau régional aux compétences complémentaires, l'objectif affiché visant l'optimisation de la structuration de la recherche sur la question du mieux vieillir a été, nous semble-t-il, atteint. Depuis lors, ce projet RP3AP a largement contribué au développement du consortium et à l'intensification des travaux menés sur le vieillissement en région en attirant, par la constitution d'une cellule collaborative primaire, d'autres laboratoires ligériens convaincus de l'intérêt et de la nécessité d'un large consortium de recherche pluridisciplinaire. En ce sens, ce projet représente un élément fondateur d'une structuration plus ambitieuse de la recherche sur cette thématique en région (cf. ci-après).

#### 9. Effet levier du projet (réponse à d'autres appels à projets, insertion dans des réseaux...)

Comme évoqué ci-dessus, ce premier projet a donné de la visibilité à la recherche menée en région sur la thématique du vieillissement, et a contribué à la mise en place d'un consortium scientifique regroupant désormais des laboratoires ligériens en sciences humaines et sociales (STAPS, Psychologie, Géographie, Sociologie), en science pour l'ingénieur (Robotique) et en Sciences de la vie / Santé (Gériatrie, Physiologie, Biomécanique, Neurosciences, Biomatériau) et des structures hospitalière plus transversales (CHU de Nantes, CHU Angers). Ces laboratoires ont commencé à échanger sur les projets menés sur le vieillissement et susceptibles de s'intégrer dans une démarche collaborative nécessaire à une meilleure visibilité et amplification des travaux menés sur cette thématique. Ces échanges ont conduit au dépôt d'un projet « Longévité, Mobilité, Autonomie – LMA » en réponse à l'appel à projet régional « *Emergence collective* » et à l'obtention d'un financement en février 2014. Ce début de structuration de la recherche sur cette thématique en Région a été identifié comme un partenaire potentiel dans le contexte de la participation française à une communauté de la connaissance et de l'innovation (KIC) sur la thématique « *Innovation for Healthy Living and Active Ageing* » (4 avril 2013).

#### 10. Perspectives

Ainsi ce projet RP3AP a permis la structuration d'un large consortium pluridisciplinaire large - i.e., biomatériaux, biomécanique, géographie, neurosciences, physiologie, psychologie, robotique, sociologie - qui nécessitait *dans un premier temps* que chaque acteur scientifique, doté de compétences particulières permettant de lever les verrous scientifiques et technologiques dans son domaine, puisse aussi les mobiliser dans le cadre de projets collaboratifs interdisciplinaires sur la Mobilité et la Longévité. En l'espèce et à titre d'exemple, les interactions entre les différents partenaires au sein de chacun des axes opérationnels proposés dans le projet LMA (par exemple, entre le CENS, l'ESO le MIP et le LPPL au sein de l'axe Mobilités et Territoires; entre le LIOAD, le MIP, l'IRCCyN et le LPPL au sein de l'axe Fonctions et Mobilités) permettent d'interroger à court terme l'évaluation objective des personnes âgées ou la proposition d'aides techniques à leur disposition en fonction de l'habitat proposé, l'analyse du ressenti et des répercussions psychologiques ou sociales des personnes âgées opérées, traitées ou équipées de système d'aide à la mobilité. Cette structuration se poursuit encore actuellement pour associer les équipes de recherche ligériennes attachées aux problématiques liées au vieillissement de la population. En parallèle de cette dynamique scientifique, nombre de formations sur ces thématiques se sont développées en région (formation continue et diplôme universitaire) qu'il s'agira de soutenir et pérenniser. Ainsi, le consortium pourrait envisager à terme, d'être en capacité de constituer un RFI (Recherche – Formation – Innovation) portant sur la longévité, l'autonomie et la mobilité des personnes âgées. Une autre piste de développement et de structuration serait la constitution d'un institut universitaire « Longévité et Autonomie » qui, rassemblant, entre autres, les chercheurs actuellement mobilisés, renforcerait l'identification de cette thématique en Région.

**ANNEXE**  
**Liste des publications et communications**

|                      |   | Publications multipartenaires   | Publications monopartenaires                             |
|----------------------|---|---|--|
| International        | Revue à comité de lecture<br><b>(n = 11)</b><br>(moyenne IF <sub>2014</sub> = 2.42) | <b>8 articles</b> acceptés dans une revue indexée ISI<br>(A3, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A11)<br><br><b>2 articles</b> en cours d'expertise<br>(A1, A2)<br><br><b>5 communications</b> publiées avec comité de lecture indexées ISI<br>(C1-C5)<br>(moy IF <sub>2014</sub> = 2.04) | <b>1 article</b> accepté dans une revue indexée ISI (A6) |
|                      | Ouvrages ou chapitres d'ouvrage   |   |  |
|                      | Communications (conférence)   | <b>6 communications orales</b><br>(O2, O3, O4, O5, O7, O8)  | <b>3 communications orales</b><br>(O1, O6, O9)           |
| France               | Revue à comité de lecture   |   |  |
|                      | Ouvrages ou chapitres d'ouvrage   |   |  |
|                      | Communications (conférence)   | <b>3 communications orales</b><br>(N1, N2, N3)  |  |
| Actions de diffusion | Articles vulgarisation  |   |  |
|                      | Conférences vulgarisation   | <b>3</b>  |  |
|                      | Autres  | <b>2 communications affichées</b><br>(AFF2, AFF3)   | <b>2 communications affichées</b><br>(AFF1, AFF4)        |

**Articles dans des revues internationales avec comité de lecture (n = 11)**

- A1.** Deschamps, T., Le Goff, C., Berrut, G., Cornu, C., & Mignardot, J-B **(2015, soumis)**. A decision model to predict the risk of the first fall onset. Follow the guide! *Journal of the American Geriatrics Society* (IF<sub>2014</sub>: 4.57)
- A2.** Hristea D., Deschamps T., Paris, A., Lefrançois, G., Volteau, C., Savoie, C., Ozenne, S., Coupel, S., Testa, A., & Magnard, J. **(en révision)**. Combining Intra-dialytic Exercise and Nutritional Supplementation in Malnourished Older Hemodialysis Patients: Towards Better Quality of Life and Autonomy. Results from the Pilot Randomized ACTINUT Trial. *Nephrology* (IF<sub>2014</sub>: 2.09)
- A3.** Chorin, F., Cornu, C., Beaune, B., Frère, J., & Rahmani, A. **(2015, in press)**. Sit to stand in elderly fallers vs. non fallers people: new insights from force Platform and electromyography data. *Aging Clinical and Experimental Research*, DOI 10.1007/s 40520-015-0486-1 (IF<sub>2014</sub>: 1.21)
- A4.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Le Goff, C., Roumier, F-X., Duclay, J., Martin, A., Sixt, M., Pousson, M. & Cornu, C. **(2015)**. Neuromuscular electrical stimulation leads to physiological gains enhancing postural balance in the pre-frail elderly. *Physiological Reports*, 3 (7), e12471 (IF: en cours).

- A5.** Magnard J., Lardy, J., Testa, A., Hristea, D., & Deschamps T. (2015). The effect of hemodialysis session on postural strategies in older end stage renal disease patients. *Hemodialysis International*, 19, 553–561. (IF<sub>2014</sub>: 1.24)
- A6.** Chorin, F., Rahmani, A., Beaune, B., & Cornu, C. (2015). Determination of reliable force platforms parameters and number of trial to evaluate sit to stand movement. *Aging Clinical and Experimental Research*, 27, 473-82. (IF<sub>2014</sub>: 1.21)
- A7.** Magnard, J., Hristea, D., Lefrançois, G., Testa, A., Paris, A., & Deschamps, T. (2014). Implicit postural control strategies in older hemodialysis patients: an objective hallmark feature for clinical balance assessment. *Gait & Posture*, 40, 723-726 (IF<sub>2014</sub>: 2.75)
- A8.** Mignardot, J-B., Beauchet, O., Annweiler, C., Cornu, C., & Deschamps, T. (2014). Postural sway, falls and cognitive status: a cross-sectional study among older adults. *Journal of Alzheimer's Disease*, 41(2), 431–439. (IF<sub>2014</sub>: 4.15)
- A9.** Deschamps, T., Beauchet, O., Annweiler, C., Cornu, C., & Mignardot, J-B. (2014). Postural control and cognitive decline in older adults: position versus velocity implicit motor strategy. *Gait & Posture*, 39 (1), 628-630. (IF<sub>2014</sub>: 2.75)
- A10.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Barrey, E., Auvinet, B., Berrut, G., Cornu, C., Constans, T. & De Decker, L. (2014). Gait disturbances as specific predictive markers of the first fall onset in elderly people: A two-year prospective observational study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6:22. (IF<sub>2014</sub>: 4.00)
- A11.** Deschamps, T., Magnard, J., & Cornu, C. (2013). Postural control as a function of time-of-day: Influence of a prior strenuous running exercise or demanding sustained-attention task. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10:26. (IF<sub>2014</sub>: 2.74)

### Communications publiées répertoriées ISI (n = 5)

- C1.** Deschamps, T., Mignardot, J-B., Barrey, E., Auvinet, B., Cornu, C., & Berrut, G. (2014). Premier modèle de prédiction du risque de la première chute chez le sujet âgé. Oral communication Abstracts. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44, 135. (IF<sub>2014</sub>: 1.23)
- C2.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Barrey, E., Auvinet, B., Berrut, G., & Cornu, C. (2014). L'analyse de la marche révèle des biomarqueurs précoces de survenue de la première chute chez le sujet âgé. Une étude de cohorte avec deux années de suivi prospectif. Poster Session Abstracts. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44, 140. (IF<sub>2014</sub>: 1.23)
- C3.** Mignardot, J-B., Beauchet, O., Annweiler, C., Deschamps, T., & Cornu, C. (2013). Which combination of postural parameters is associated with falling in older adults while taking into account the cognitive decline? Oral communication Abstracts. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 17, 1, S285. (IF<sub>2014</sub>: 2.99)
- C4.** Mignardot, J-B., Beauchet, O., Annweiler, C., Deschamps, T., & Cornu, C. (2013). Balance impairment, cognitive decline and falls in older adults: Principal Components Analysis may identify the best combination at risk of falls. Oral communication Abstracts. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 17, 1, S308. (IF<sub>2014</sub>: 2.99)
- C5.** Chorin, F., Cornu, C., Beaune, B., & Rahmani, A. (2012). Determination of force platform parameters during sit-to-stand movement in elderly: a preliminary study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.*, 15, Suppl 1, 374-6. (IF<sub>2014</sub>: 1.77)

### Communications orales dans un congrès international (n = 9)

- O1.** Cornu, C. (2015). *Improve the challenging postural control through musculo-tendinous adaptations and estimate the risk of the first fall through gait markers in elderly.* Communication présentée au 4th International Workshop on Medical and Service Robots, Nantes, 8-10 July 2015.

- 02.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Pousson, M., Roumier, F-X., Sixt, M., & Cornu, C. (2014). *Electrostimulation in prefall older adults leads to improve the control of challenging postural situation through musculotendinous adaptations*. Communication présentée au 20th Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, Rome, 15-18 July 2014.
- 03.** Deschamps, T., Paris, A., Hristea, D., & Magnard, J. (2014). *The bounding limits of center-of-pressure velocity as a hallmark feature of changes in postural control strategies in older hemodialysis patients*. Communication présentée au 19<sup>ème</sup> congrès annuel de l'European Congress of Sport Science, Amsterdam, 2-5 July 2014.
- 04.** Deschamps, T., Mignardot, J-B., Barrey, E., Auvinet, B., Cornu, C., & Berrut, G. (2013). *Premier modèle de prédiction du risque de la première chute chez le sujet âgé*. Communication présentée au 20<sup>ème</sup> congrès de la Société francophone Posture, Equilibre, et Locomotion, Genève, 29-30 novembre 2013.
- 05.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Barrey, E., Auvinet, B., Berrut, G., & Cornu, C. (2013). *L'analyse de la marche révèle des biomarqueurs précoces de survenue de la première chute chez le sujet âgé. Une étude de cohorte avec deux années de suivi prospectif*. Communication présentée au 20<sup>ème</sup> congrès de la Société francophone Posture, Equilibre, et Locomotion, Genève, 29-30 novembre 2013.
- 06.** Chorin, F., Rahmani, A., Beaune, B., & Cornu C. (2013). *Identifications de stratégies motrices chez des sujets âgés chuteurs vs. non chuteurs à partir des forces de réaction au sol lors d'un lever de chaise*. Communication présentée au XV<sup>ème</sup> Congrès International des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives, Grenoble, 29-31 octobre 2013.
- 07.** Mignardot, J-B., Beauchet, O., Annweiler, C., Deschamps, T., & Cornu, C. (2013). *Balance impairment, cognitive decline and falls in older adults: Principal Components Analysis may identify the best combination at risk of falls*. Communication présentée au 20<sup>th</sup> IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, Seoul, 23-27 June 2013.
- 08.** Mignardot, J-B., Beauchet, O., Annweiler, C., Deschamps, T., & Cornu, C. (2013). *Which combination of postural parameters is associated with falling in older adults while taking into account the cognitive decline?* Communication présentée au 20<sup>th</sup> IAGG World Congress of Gerontology and Geriatrics, Seoul, 23-27 June 2013.
- 09.** Chorin, F., Cornu, C., Beaune, B., & Rahmani, A. (2012). *Determination of force platform parameters during sit to stand movement in elderly: a preliminary study*. Communication présentée au 37<sup>ème</sup> Congrès annuel de la Société de Biomécanique, Toulouse, Octobre 2012.

### Communications orales dans un congrès national ou régional ( $n = 3$ )

- N1.** Deschamps, T. (2014). *Les sportifs ne sont pas les seuls à « performer » ! Performance motrice et autonomie fonctionnelle dans nos activités quotidiennes : intérêts et enjeux de leur analyse*. Communication présentée au colloque « La quête de la performance : regards croisés interdisciplinaires », Journée Scientifique de l'Université de Nantes, 6 juin 2014.
- N2.** Mignardot, J-B., Cornu, C., Auvinet, B., Barrey, E., Berrut, G., & Deschamps, T. (2013). *L'analyse de la marche révèle des biomarqueurs précoces du risque de survenue de la première chute chez le jeune sujet âgé*. Communication présentée au colloque « Longévité, Autonomie : enjeux et perspectives », Journée Scientifique de l'Université de Nantes, 7 juin 2013.
- N3.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Auvinet, B., Barrey, E., Berrut, G., & Cornu, C. (2013). *Premier modèle de prédiction du risque de la première chute chez le sujet âgé : Résultats de la cohorte « PREPA » avec deux années de suivi prospectif*. Communication présentée au colloque « Longévité, Autonomie : enjeux et perspectives », Journée Scientifique de l'Université de Nantes, 7 juin 2013.

## Communications affichées dans un congrès international ou national (n = 4)

- AFF1.** Chorin, F., Rahmani, A., Cornu, C., & Beaune, B. (2015). *La vitesse optimale comme déterminant du risque de chute: étude préliminaire*. XVIème Congrès International des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives, Nantes, 26 au 28 octobre 2015.
- AFF2.** Mignardot, J-B., Deschamps, T., Barrey, E., Auvinet, B., Berrut, G., & Cornu, C. (2013). *L'analyse de la marche révèle des biomarqueurs précoces de survenue de la première chute chez le sujet âgé. Une étude de cohorte avec deux années de suivi prospectif*. Communication présentée au 20<sup>ème</sup> congrès de la Société francophone Posture, Equilibre, et Locomotion, Genève, 29-30 novembre 2013.
- AFF3.** Hristea, D., Paris, A., Lefrancois, G., Magnard, J., & Deschamps, T. (2013). *Randomized controlled trial on the effects of a six-month intradialytic physical ACTivity program and adequate NUTritional support on protein-energy wasting, physical functioning and quality of life in chronic hemodialysis patients ACTINUT*. Communication présentée à la 5ème "Kidney Week", Atlanta, Etats-Unis, 5-10 novembre 2013.
- AFF4.** Chorin, F., Rahmani, A., Beaune, B., & Cornu C. (2013). *Identifications de stratégies motrices chez des sujets âgés chuteurs vs. non chuteurs à partir des forces de réaction au sol lors d'un lever de chaise*. XV Congrès International des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives, Grenoble, 29 au 31 octobre 2013.

## Organisations de colloques et Journées d'étude (n = 3)

- 2012 :** Organisation d'une *Journée d'étude « Autonomie Longévité »*, en partenariat avec le GÉrontopôle des Pays de la Loire et la CCI Nantes St Nazaire, 11 décembre 2012, La Cité, le Centre des congrès de Nantes.
- 2013 :** Organisation du *Colloque « Autonomie et Longévité : Enjeux et perspectives »*, Les Journées Scientifiques de l'Université de Nantes, 7 juin 2013, La Cité, le Centre des congrès de Nantes.
- 2013 :** Organisation d'une *Journée Scientifique « Bien vieillir en bougeant »*, novembre 2013, Le Mans.